

OPTICAL CONNECTOR

Patent Number: JP11271564
Publication date: 1999-10-08
Inventor(s): AWAZU KUNIO; NAGAI AKIO
Applicant(s):: JIYU DENSHI LASER KENKYUSHO:KK
Requested Patent: ☐ JP11271564
Application Number: JP19980072022 19980320
Priority Number(s):
IPC Classification: G02B6/32 ; A61B1/00 ; A61B17/36 ; G02B7/00
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical connector for transmitting high density laser light to the machined tip of a laser irradiation device by making laser light incident and transmit with high efficiency without flawing an optical fiber incidence end surface at a connection position where the laser light is sent in an optical fiber.

SOLUTION: An optical connector 1 has an optical fiber element 3 which has a condenser lens 2 close to an incidence end and an incidence end surface 3i at a fixed distance L from its center, and the focus position of the condenser lens 2 is set at a position which is only a distance δ inside from the incidence end surface of the optical fiber element 3. the element 3 is tapered along the length so as to converge the laser light 4 which is converged not to flaw the incidence end surface 3i to a necessary convergence degree and sends high density laser light from an emission end with high efficiency.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-271564

(43) 公開日 平成11年(1999)10月8日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

G 0 2 B 6/32

G 0 2 B 6/32

A 6 1 B 1/00

3 0 0

A 6 1 B 1/00

3 0 0 H

17/36

3 5 0

17/36

3 5 0

G 0 2 B 7/00

G 0 2 B 7/00

F

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号

特願平10-72022

(22) 出願日

平成10年(1998)3月20日

(71) 出願人 592141592

株式会社自由電子レーザ研究所

大阪府枚方市津田山手2丁目9番5号

(72) 発明者 粟津 邦男

枚方市津田山手2丁目9番5号 株式会社

自由電子レーザ研究所内

(72) 発明者 永井 昭夫

枚方市津田山手2丁目9番5号 株式会社

自由電子レーザ研究所内

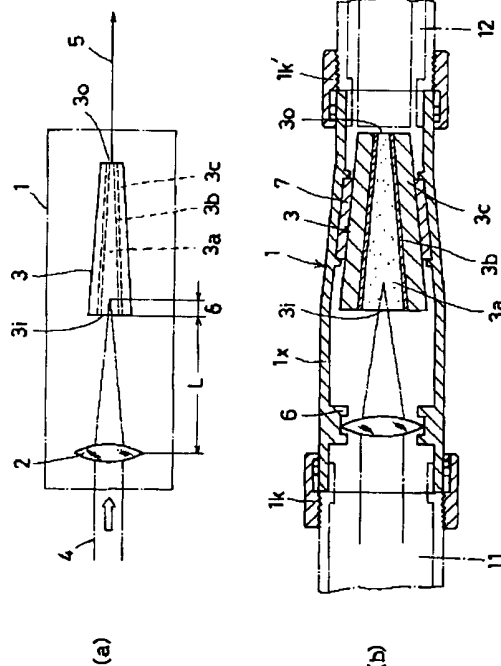
(74) 代理人 弁理士 鎌田 文二 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光コネクタ

(57) 【要約】

【課題】 レーザ光を光ファイバに送り込む接続部位で光ファイバ入射端面を傷付けることなく高効率に入射伝送してレーザ照射装置の加工先端まで高密度のレーザ光を送るための光コネクタを得る。

【解決手段】 光コネクタ1は入射端寄りに集光レンズ2と、その中心から一定距離Lに入射端面3iを有する光ファイバ素子3を有し、集光レンズ2の焦点位置が光ファイバ素子3の入射端面からわずかに距離δ入った位置となるように設定し、光ファイバ素子3は入射端面3iを傷付けない限度の集光度のレーザ光を必要な集光度に集光し得るように長さ方向に沿ってテーパ状の形状とし、高密度のレーザ光を出射端から高効率で送り出すように形成されている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射されるレーザ光を集光する集光手段と、その集光された光を光ファイバへ送り込むための光ファイバ素子とから成り、上記集光手段はその焦点位置を光ファイバ素子の入射端面からずらして設けられ、光ファイバ素子は入射端から出射端までの長さ方向に沿って径が減少するように形成されていることを特徴とする光コネクタ。

【請求項2】 前記集光手段の焦点位置を光ファイバ素子の入射端面から光ファイバ素子内側にずらして設けたことを特徴とする請求項1に記載の光コネクタ。

【請求項3】 前記光ファイバ素子をその径が直線状に減少するように形成したことを特徴とする請求項1又は2に記載の光コネクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、レーザ光を光ファイバへ入射する接続位置で用いられる光コネクタに関する。

【0002】

【従来の技術】レーザ光を光ファイバで伝送する際の利用の仕方として、レーザ光を光信号として検出したり、あるいは遠隔地まで伝送する場合と、高密度のレーザ光を光エネルギーとして伝送する場合がある。光ファイバは前者の利用が多く、このため光ファイバ関連部品の多くは前者の利用を前提として設計されている。例えば、通信用半導体レーザからのレーザ光を光ファイバへ入射、伝送する場合、最も結合損失の小さい方法として円柱（又は球）レンズとロッドレンズの組合せによる複合レンズ式のコネクタを介して光ファイバに接続する方式がある。

【0003】又、伝送経路の途中で光ファイバと光ファイバを接続する場合は、光ファイバの端と端にそれぞれロッドレンズを設け、2つのロッドレンズを一定距離に置いて接続する方式が用いられる。上記いずれの光ファイバへの接続方式においても、ロッドレンズで光ファイバへ入射されるレーザ光はロッドレンズの焦点位置を光ファイバの入射端面に合せて光ファイバコア内に正確に入射するように設計される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、レーザ発生装置としては固体レーザ、ガスレーザ、半導体レーザ、自由電子レーザなど種々の形式のものが知られているが、特にCO₂レーザや自由電子レーザは大容量のレーザ光を供給できる発光源として知られ、CO₂レーザによる金属加工の研究が盛んであり、又自由電子レーザはその発生するレーザ光の波長が赤外光からX線領域まで可変であるという特徴から医療分野への応用など種々の応用研究に利用されている。

【0005】かかる金属加工の研究や医療分野への応用

研究の場合、金属を接続・穴明け加工したり、生体組織をレーザメスとして切断するなど大容量のレーザ光を集光して対象部位に照射し、そのピークパワーはMW級の出力である。但し、パルス光であるから瞬間的なものであり、平均出力は低く熱による影響は小さい。

【0006】しかし、このようなパワー密度の高い大容量のレーザ光を光ファイバで所定の位置まで伝送する場合、光ファイバの始端側の入射端面にレンズ焦点を合せて集光する従来の接続方式では、入射端面に当るレーザ光による光ファイバの端面が焼灼されて溶解・変質した残渣（アブレーション）が端面に付着する。このため、一定以上の集光度の高密度レーザ光は従来のコネクタ方式では光ファイバに入射することができない。

【0007】一方、レーザ光により対象物を切断、分解あるいは溶解させるためには出来るだけレーザ光の集光度が高く高密度のものを光ファイバで加工装置の先端まで送ることが望まれる。しかし、上述したように一定以上の高密度のレーザ光は入射端で光ファイバに入射できないから、光ファイバに入射し得る限界密度のレーザ光を光ファイバに入射した場合、加工装置の先端にレンズなどの集光手段を設けない限り通常の光ファイバ内でレーザ光の集光度を高くすることはできない。

【0008】この発明は、上述した高密度のレーザ光を光ファイバで伝送するための光コネクタの従来の技術の問題点に留意して、レーザ光を光ファイバに送り込む際に光ファイバ入射端面を傷付けることなく高効率に入射伝送してレーザ照射装置の加工先端まで高密度のレーザ光を送ることのできる光コネクタを提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記課題を解決する手段として、入射されるレーザ光を集光する集光手段と、その集光された光を光ファイバへ送り込むための光ファイバ素子とから成り、上記集光手段はその焦点位置を光ファイバ素子の入射端面からずらして設けられ、光ファイバ素子は入射端から出射端までの長さ方向に沿って径が減少するように形成されている光コネクタの構成としたのである。

【0010】この発明の光コネクタによれば、大容量のレーザ発生装置からのレーザ光を高密度のレーザ光として光ファイバに入射しレーザ照射装置の加工先端まで高効率に送ることができる。集光手段は焦点位置が光ファイバ素子の入射端面からずらして設定されているから、集光手段で集光されたレーザ光によって光ファイバ素子の入射端面が焼灼され変質しレーザ光を入射できなくなるような現象は発生しない。

【0011】光ファイバ素子の入射端面から入射されたレーザ光は、光ファイバ素子の径が減少しているため長手方向に進むにつれて内部的にレーザ光自体の径も縮小され、集光されて高密度のレーザ光となる。この高密度

となったレーザ光をこのコネクタに接続される光ファイバにそのまま伝送するから、光ファイバによって加工先端まで高密度のレーザ光が伝送されるのである。

【0012】

【実施の形態】以下、この発明の実施の形態について図面を参照して説明する。図1は実施形態の光コネクタの概念図及び詳細縦断面図である。図1(a)に示すように、光コネクタ1は集光レンズ2とテーパ状の光ファイバ素子3を内蔵する。集光レンズ2は、図示のように、入射されるレーザ光4を集光して高密度のレーザ光として光ファイバ素子2に入射する際に入射端面3iにおける集光度が入射端面3iを傷付ける限度以下で最小径となるようにその焦点位置を入射端面3aから δ 入った位置となる距離Lの位置に設ける(図示の例では焦点距離 $f=380\text{mm}$ 、 $L=370\text{mm}$)。

【0013】光ファイバ素子3は、図示のように、入射端3iから出射端3oまでの長さ方向に沿って径が減少するように形成されている。3aはコア、3bはクラッド、3cは保護被覆であり、径の減少はコア3a、クラッド3bが少なくとも減少すればよく、保護被覆の径は減少してもよいし、一定の径としてもよい。又、径の減少は入射されるレーザ光4を集光した出射光5の集光度が所望の集光度で、光ファイバ内を伝送して対象物に照射するレーザ光の強度が少なくともMWオーダーの高密度のピークパワーとなるようにレーザ光を内部集光し得る

コア/クラッド
ガラス遷移温度(°C)
屈折指数(10.6mm)
NA数
引張強度(kpsi)
最小曲げ半径(mm)^a
伝送損失

GeAsSeTe/GeAsSe

241/248

2.55/2.51

0.41

14.0

25

0.24dB/m(5.9 μm)

【0017】図2は、この実施形態の光コネクタを用いたレーザ照射装置の一例を示す。このレーザ照射装置は、人体の動脈に動脈硬化症を引き起すコレステロールがコレステロールエステルとして堆積した場合にそのコレステロールエステルを分解するためのコレステロールエステル分解装置である。レーザ発生装置10は、1例として自由電子レーザが用いられている。

【0018】自由電子レーザからのレーザ光は、この例では波長5.75 μm の赤外光であり、この特定波長となるように予め設定されている。又、このレーザ光はマイクロパルス群が一定間隔で周期的に発生するマイクロパルスの集まりから成るものであり、マイクロパルスの幅は数ps(10⁻¹²秒)~10psでこれが44.8ns($n=10^{-9}$ 秒)毎に発生し、その接続時間は15 μs (10⁻⁶秒)、マイクロパルスの周期は0.1s(100ms)、マイクロパルスのパワー密度は2~9GW/cm²(GW=10⁹W)である。

【0019】なお、図3の(a)~(c)にテーパ状の

径変化を有するものとする。図示の例では入射端コア径2.4mm、出射端コア径1.2mm、長さ0.5mであり、径の変化は断面視で直線状に変化するものを示している。その変形例については後で説明する。

【0014】図1(b)に示すように、光コネクタ本体1x内には集光レンズ2を保護するためレンズの周縁を挟持する溝を有するレンズホルダ6がレーザ光4の入射端寄りに設けられており、その中心位置から前述したように距離Lの位置に光ファイバ素子3の入射端面3iが来るように光ファイバ素子3を固定するための固定スリーブ7が設けられている。光ファイバ素子3の長さ、径については前述した通りである。

【0015】上記光コネクタ本体1xの左側には、入射されるレーザ光4の導光管又は光ファイバ11を接続するための接続金具1_K'が設けられている。なお、図示の例では出射光5を光ファイバ12に接続入射する部分は、光ファイバ12へ直接接続するものとしているが、この接続のため一般に用いられるロッドレンズを介して接続するように光ファイバ素子3の右端にロッドレンズを設けてもよい。

【0016】なお、上記光ファイバ素子は、赤外光の波長に対して伝送効率のよいカルコゲナイト系のガラスが用いられており、その物理的な特性は例えば次のようなものである。

光ファイバ素子3の形状の例を示す。(a)は図1に示したものと同一直線状に変化するテーパ形状、(b)、(c)は共に曲線状に径が変化する形状で、特に(c)はファイバ先端を極端に長くしたものである。図から分かるように(a)、(b)の例はコア3a、3a'を光コネクタ1内に収納する形状を示している。

【0020】一方、(c)の例は光コネクタ1のコネクタ本体1xから光ファイバが突出してそのままレーザ照射装置の加工先端として連続的に形成される場合を示している。従って、この例ではテーパ状の光ファイバ素子3の長さは(a)、(b)と同じで、その後に連続する光ファイバは光ファイバ素子3の終端と同一径のものが続くこととなる。又、図示の例ではコア3a、3a'、3a"のみを示しているが、対応してクラッド3b、保護被覆3cも当然設けられており、簡略化のため図示省略している。

【0021】上記の構成とした実施形態の光コネクタを用いれば、高密度のレーザ光を光ファイバに送り込んで

レーザ照射装置の加工先端まで届けることができる。図4にこの実施形態の光コネクタの伝送効率を示す。図中一点鎖線は理論的な伝送効率の計算値、・印は実測値を示す。

【0022】図から分かるように、実測された伝送効率は計算値に近く、総合的なフレネル損失が約30%のため70%を超えないけれども、それに近い極めて高い伝送効率で光エネルギーを伝送することができる。しかも、この場合光ファイバの入射端面に対する損傷を与えることなく光エネルギーが伝送される。

【0023】なお、上述した実施形態ではレーザ発生装置として自由電子レーザを挙げたが、レーザ光はこれ以外のもので大容量のレーザ光を発生する装置から得られる高密度レーザ光であればよいことは言うまでもない。

【0024】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、この発明の光コネクタはレーザ光を集光する集光手段を光ファイバ素子の入射端面から焦点位置をずらして設け、光ファイバ素子は長さ方向に径が減少するものとしたから、レーザ光を光エネルギーとして光ファイバ素子に入射する際に入射端面を傷付けることなく入射できかつ光ファイバ素子内で高密度のレーザ光として高効率で光ファイバへ

伝送することができるという利点が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の光コネクタの概念図及び詳細縦断面図

【図2】同上光コネクタの使用例の概略図

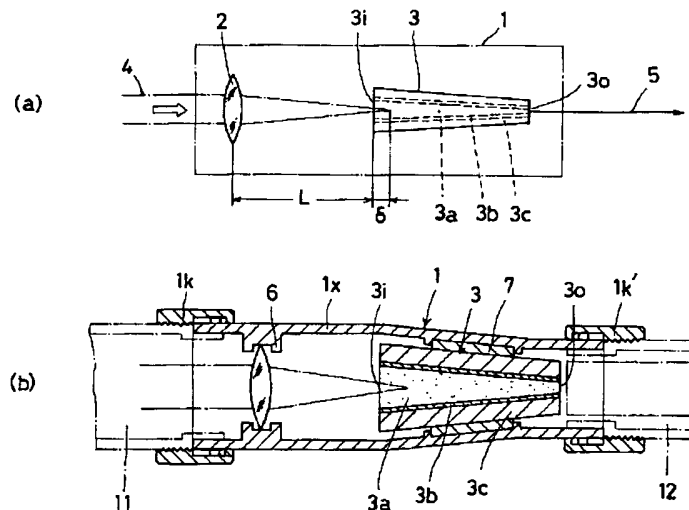
【図3】同上光コネクタの変形例の説明図

【図4】光伝送効率の計算値及び実測値のグラフ

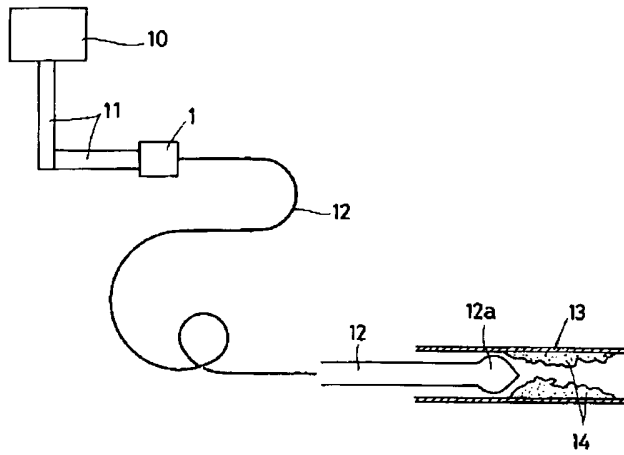
【符号の説明】

- 1 光コネクタ
- 2 集光レンズ
- 3 光ファイバ素子
- 3i 入射端
- 3o 出射端
- 3a コア
- 3b クラッド
- 3c 保護被覆
- 4 レーザ光
- 5 出射光
- 6 レンズホルダ
- 7 固定スリーブ
- 1_k、1_k' 接続金具

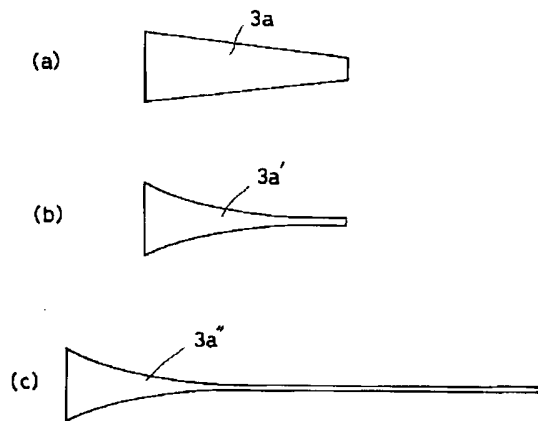
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

